

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mirna Škoro

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

**Navodnjavanje i fertirigacija nasada jabuka na primjeru**

**Atalia d.o.o.**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mirna Škoro

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

**Navodnjavanje i fertirigacija nasada jabuka na primjeru**

**Atalia d.o.o.**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Prof.dr.sc. Jasna Šoštarić, mentor
2. Doc.dr.sc. Monika Marković, član
3. Prof.dr.sc. Aleksandar Stanisavljević, član

Osijek, 2019.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Hortikultura  
Mirna Škoro

Završni rad

### Navodnjavanje i fertirigacija nasada jabuka na primjeru Atalia d.o.o.

**Sažetak:** U poljoprivrednoj proizvodnji gotovo redovito dolazi do pojave velikih šteta uslijed nepovoljnih vremenskih prilika. Štete se javljaju zbog nedostatka vode i suše ili zbog suviška vode i poplava. Navodnjavanje je tehnološka mjera kojom se s jedne strane nastoje smanjiti utjecaji ekstremnih klimatoloških pojava, kao što su suša i ekstremno visoke temperature, dok se s druge strane navodnjavanjem ostvaruju viši prinosi pri uzgoju pojedinih kultura. Najpogodniji oblik navodnjavanja za voćnjake je sustav „kap po kap“ kojim se dodaje optimalna količina vode za biljku uz minimalni utjecaj čovjeka. Sustav navodnjavanja kapanjem sastoji se od: pogonskog dijela s filtrom, cijevi i kapaljki. Tvrtka Atalia d.o.o. bilježi povećanje količine i kvalitete prinosa jabuka nakon uvođenja sustava navodnjavanja.

**Ključne riječi:** voda, navodnjavanje, fertirigacija, suša

20 stranica, 4 tablice, 12 slika, 10 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture  
Mirna Škoro

BSc thesis

### Irrigation and fertirrigation of apple trees on the example of Atalia d.o.o.

#### **Summary:**

Agricultural production is almost regularly subject to severe damage due to adverse weather conditions. Damage occurs due to lack of water and drought or due to excess water and flooding. Irrigation is a technological measure that seeks to reduce the effects of extreme climatological phenomena, such as drought and extremely high temperatures, while irrigation generates higher yields when growing crops. The most appropriate form of orchard irrigation is the drop-by-drop system, which adds the optimum amount of water to the plant with minimal human impact. The drip irrigation system consists of: a drive section with a filter, tubes and droppers. Atalia d.o.o. notes an increase in the quantity and quality of apple yield after the introduction of irrigation system.

**Key words:** water, irrigation, fertirrigation, drought

20 pages, 4 tables, 12 pictures, 10 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PROJEKTIRANJE SUSTAVA NAVODNJAVANJA.....	4
3. NAČINI I SUSTAVI NAVODNJAVANJA.....	7
3.1.POVRSINSKO NAVODNJAVANJE.....	7
3.2.PODZEMNO NAVODNJAVANJE.....	8
3.3.NAVODNJAVANJE IZ ZRAKA.....	9
4. OBROK I NORMA NAVODNJAVANJA.....	11
5. KAKVOĆA VODE ZA NAVODNJAVANJE.....	12
6. SUSTAV NAVODNJAVANJA VOĆNJAKA ATALIA D.O.O. ....	13
6.1.OPĆENITO O DJELATNOSTI TVRTKE ATALIA D.O.O. ....	13
6.2.SUSTAV NAVODNJAVANJA „KAP PO KAP“.....	13
7. ZAKLJUČAK.....	19
8. POPIS LITERATURE.....	20

## 1. UVOD

Voće ima veliki značaj u ishrani te predstavlja vrlo traženu sirovinu na tržištu jer se koristi u svježem i prerađenom stanju. Najčešće padaline ne zadovoljavaju potrebe stabala za vodom, zato je navodnjavanje voćnjaka potrebno radi optimalne opskrbe voćaka za vodom te za postizanje visokih prinosa plodova dobre kvalitete. Navodnjavanje je tehnološka mjera kojom se s jedne strane nastoje smanjiti utjecaji ekstremnih klimatoloških pojava, kao što su suša i ekstremno visoke temperature, dok se s druge strane navodnjavanjem ostvaruju viši prinosi pri uzgoju pojedinih kultura. S agronomskog stajališta bitno je stanje vlažnosti i sadržaj vode u površinskom sloju tla od jednoga do najviše dva metra dubine. Taj se sloj naziva poljoprivredni ili agrološki jer se u njemu nalazi glavna masa korijenja većine poljoprivrednih kultura. S obzirom na veliko značenje vode kao glavnog biološkog čimbenika, za postizanja punog potencijala poljoprivrednih kultura nužno je u proizvodnoj praksi dobro gospodariti vodom u tlu, odnosno održavati povoljan vodni režim poljoprivrednog (površinskog) sloja tla. U tablici 1 prikazana je ta ovisnost nedostatka biljci dostupne vode i smanjenja prinosa ( % ) na području Slavonije i Baranje u prosječnoj i sušnoj godini. U svijetu se navodnjava oko 18% obradivih površina i na tim površinama se proizvodi oko 40% ukupne hrane (Mađar i Šoštarić, 2009.), dok se u Europi navodnjava oko 13% poljoprivrednih površina (Tomić i sur., 2013.). Prema Statističkom ljetopisu Republike Hrvatske za 2017. godinu, površina kopnenog dijela Republike Hrvatske iznosi 56 594 km<sup>2</sup>, od čega je korištena poljoprivredna površina 1 496 663 ha ili 26,4%. U Hrvatskoj se navodnjava svega oko 2% poljoprivrednih površina, a te su površine daleko ispod realnih potreba i mogućnosti, te nas svrstava na jedno od posljednjih mjesta u Europi. Istovremeno, naše susjedne zemlje imaju daleko veće udjele površina koje se navodnjavaju, primjerice: Albanija 54%, Grčka 26%, Italija 24%, Rumunjska 23% i Mađarska 5%. Hrvatska ima dovoljno vode za podmirivanje svih potreba u poljoprivredi, industriji i kućanstvu te se prema određenim statističkim podacima nalazi na petom mjestu u prema raspoloživim vodama (Eurostat 2019.). Potrebe navodnjavanja u svrhu proizvodnje nisu jednake na cijelom prostoru Hrvatske. Različite potrebe ovise u prvom redu o: količini oborina, intenzitetu proizvodnje, regiji (panonska, gorska, jadranska), uzgajanoj kulturi, sastavu i svojstvima, odnosno tipu tla.

Tablica 1: Deficit vode u prosječnoj i sušnoj godini te smanjenje prinosa za lagano i teksturno teže tlo za neke kulture na području Slavonije i Baranje (izvor: Mađar i Šoštarić: Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, 2009.)

Meteorološka postaja	Kultura	Deficit vode (mm)		Smanjenje prinosa (%)			
		Prosječna	Suha	Lagano tlo (50 mm/m)		Teže tlo (100 mm/m)	
				Prosječna	Suha	Prosječna	Suha
Brestovac - Belje	Kukuruz	183	251	35	55	28	46
	Šećerna repa	231	307	36	53	28	47
	Rajčica	184	229	38	50	30	41
	Jabuka bez zatravnjivanja	165	255	24	44	19	37
	Jabuka sa zatravnjivanjem	267	366	36	53	31	47
Osijek	Kukuruz	186	296	35	61	27	55
	Šećerna repa	246	356	36	59	29	52
	Rajčica	189	266	37	55	29	48
	Jabuka bez zatravnjivanja	178	299	25	49	20	43
	Jabuka sa zatravnjivanjem	287	422	36	56	32	51
Gradište - Županja	Kukuruz	191	314	34	67	26	61
	Šećerna repa	260	383	37	64	30	58
	Rajčica	191	286	36	58	29	54
	Jabuka bez zatravnjivanja	196	328	27	54	22	48
	Jabuka sa zatravnjivanjem	307	458	37	61	33	56
Slavonski brod	Kukuruz	130	228	21	48	13	42
	Šećerna repa	182	296	24	50	17	42
	Rajčica	140	215	25	45	18	39
	Jabuka bez zatravnjivanja	121	238	14	41	9	35
	Jabuka sa zatravnjivanjem	214	343	25	49	21	44

Prema raspoloživoj količini i kvaliteti vode, Republika Hrvatska je u prednosti pred mnogim zemljama iz naše i šire regije jer na cijelom svom prostoru obiluje brojnim vodotokovima, jezerima, akumulacijama i lokalnim izvorima. Prema postojećim i dostupnim podacima, Hrvatska je na temelju raspoloživih količina vode u mogućnosti navodnjavati oko 30% obradivih površina ili oko 600 000 ha (Jug, 2013.). Vlada Republike Hrvatske krajem 2005. godine usvojila je Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV). Ciljevi tog projekta su analiza i kvantificiranje potencijala za sustavno uvođenje navodnjavanja u Republici Hrvatskoj, izrada županijskih planova navodnjavanja, izrada projektne i studijske dokumentacije za pojedinačne sustave navodnjavanja, sanacija postojećih sustava navodnjavanja, izgradnja novih sustava navodnjavanja, prilagodba zakonodavnog okvira za potrebe razvoja navodnjavanja. NAPNAV-om je postavljen cilj izgradnje infrastrukture za navodnjavanje na 65 000 ha poljoprivrednih površina do kraja 2020. godine.

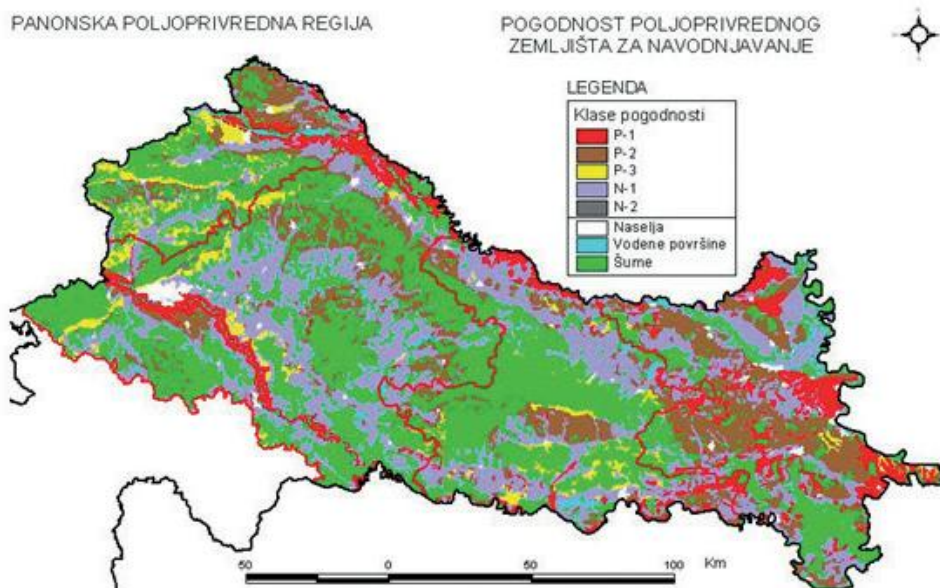
## 2. PROJEKTIRANJE SUSTAVA NAVODNJAVANJA

Prije samog uvođenja sustava na površinu koju želimo navodnjavati potrebno je na temelju više čimbenika odrediti najbolji način za to. Istraživački radovi koji se trebaju obaviti prije uvođenja navodnjavanja su:

- Pedološka i hidropedološka istraživanja
- Analiza klimatskih uvjeta područja
- Izračun potrebnih količina vode
- Određivanje proizvodne orijentacije
- Odabir načina navodnjavanja i prikladne opreme

Kod pedoloških istraživanja, uzimaju se uzorci tla te se određuju njegova poroznost, kapacitet za vodu i zrak, mehanički sastav, volumna gustoća, pH vrijednost, sadržaj humusa i glavnih makroelemenata (dušik, fosfor i kalij) i određuje se je li tlo uopće pogodno za navodnjavanje. Na slici 1 prikazana je pogodnost tla za navodnjavanje na području istočne Panonske regije, a u tablici 2, 3 i 4 prikazane su površine klasa pogodnosti tla za navodnjavanje za istočnu, središnju i zapadnu Panonsku regiju. Pored analize tla u laboratoriju se vrši i analiza vode za navodnjavanje na uzorku vode uzetom sa izvorišta. U uzorku vode određuju se kemijska svojstva: sadržaj aniona ( $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ), sadržaj kationa (Ca, Na, K i Mg), sadržaj ukupnih soli, kakvoća i pogodnost vode za navodnjavanje, sadržaj krutih čestica (taloga) u vodi (Mađar, Šoštarić, 2009.). Također, u obzir se uzimaju količine oborina kroz godinu te temperature zraka. Danas navodnjavanje nije ograničeno samo na sušne predjele, već je prošireno na sve površine gdje je razvijena poljoprivreda. Ono je postalo univerzalna melioracijska mjera koja omogućava uzgoj nekih biljnih kultura na područjima gdje inače ne bi uspjevale.





Slika 1: Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje Panonske regije  
 izvor: S. Husnjak, A. Bensa – Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u agoregijama Hrvatske, 2018.

Tablica 2: Površina klasa pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u istočnoj Panonskoj podregiji (izvor: S. Husnjak, A. Bensa – Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u agoregijama Hrvatske, 2018.)

Klasa pogodnosti	Površina	
	ha	%
Pogodna tla	98.493,4	22,3
Umjereno pogodna tla	153.343,4	34,7
Ograničeno pogodna tla	5.959,9	1,3
Privremeno nepogodna tla	183.437,7	41,6
Trajno nepogodna tla	306,4	0,1
Ukupno	441.540,8	100,0

Tablica 3: Površina klasa pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u središnjoj Panonskoj podregiji, (izvor: S. Husnjak, A. Bensa – Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u agrotegijama Hrvatske, 2018.)

Klasa pogodnosti	Površina	
	ha	%
Pogodna tla	38.284,9	10,6
Umjereno pogodna tla	88.056,7	24,5
Ograničeno pogodna tla	23.606,8	6,6
Privremeno nepogodna tla	205.405,5	57,0
Trajno nepogodna tla	4.746,4	1,3
Ukupno	360.100,3	100,0

Tablica 4: Površina klasa pogodnosti poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u zapadnoj Panonskoj podregiji, (izvor: S. Husnjak, A. Bensa – Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u agrotegijama Hrvatske, 2018.)

Klasa pogodnosti	Površina	
	ha	%
Pogodna tla	56.897,0	10,2
Umjereno pogodna tla	127.024,8	22,9
Ograničeno pogodna tla	35.450,3	6,4
Privremeno nepogodna tla	325.800,5	58,7
Trajno nepogodna tla	10.025,5	1,6
Ukupno	555.198,1	100,0

### 3. NAČINI I SUSTAVI NAVODNJAVANJA

Navodnjavanje poljoprivrednih kultura može se obavljati na više načina te raznim tehnikama i opremom. Izbor načina navodnjavanja ovisi o uzgajanoj kulturi, klimatskim i zemljišnim prilikama, opremi, veličini i obliku proizvodne površine, položaju izvora vode, količine i kvalitete vode u izvoru. Svi načini i sustavi navodnjavanja mogu se svrstati u sljedeće metode:

- površinsko navodnjavanje
- podzemno navodnjavanje
- navodnjavanje iz zraka.

#### 3.1. Površinsko navodnjavanje

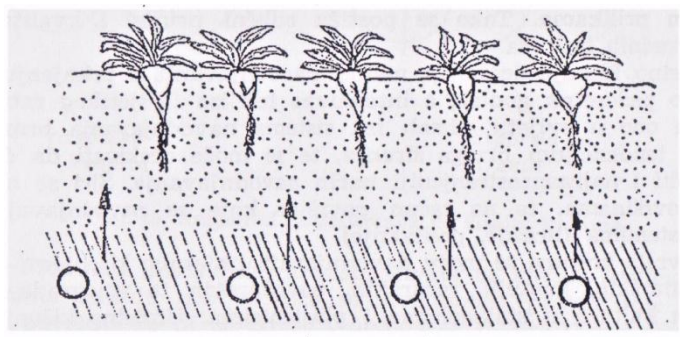
Sustavi za površinsko navodnjavanje temelje se na principu slobodnog tečenja vode u prirodi djelovanjem gravitacijske sile pa se stoga i nazivaju gravitacijski sustavi navodnjavanja poljoprivrednih kultura (Mađar, Šoštarić, 2009.). Temeljni princip površinskog navodnjavanja je da se voda dovodi na proizvodnu površinu gdje u tankom sloju stoji, otječe i upija se u tlo.

Prema raspodjeli vode po površini terena, razlikuju se sljedeći načini površinskog navodnjavanja: navodnjavanje u brazdama, navodnjavanje potapanjem i navodnjavanje prelijevanjem. Kod navodnjavanja brazdama voda se dovodi i raspoređuje po površini proizvodne parcele u brazdama iz kojih se tada procesom infiltracije postepeno upija u tlo. Brazde se izrađuju (brazdaju) posebnim plugovima obično prije sjetve ili sadnje kultura. Navodnjavanje brazdama se primjenjuje kod širokorednih kultura, okopavina, voća i povrća. Poželjno je da zemljište navodnjavano brazdama bude ravno s ravnomjernim padom (najpovoljniji pad je 2-4%). Dužina brazda ovisi o svojstvima tla i padu terena, a može iznositi 20 do 500 m, a dubina brazde je 15 - 25 cm (Mađar, Šoštarić, 2009.). Za navodnjavanje potapanjem teren se mora pripremiti ravanjem i izradom zemljanih pregrada kojima se stvaraju ograđene proizvodne parcelice (kasete, okna, čekovi). Veličine kasete su vrlo različite, od 1 ha do 2 ha pa i veće u zavisnosti od raspoloživa zemljišta. Navodnjavanje potapanjem sustavom kasete se najčešće koristi u uzgoju riže (Kina, Indija, Indonezija, Malezija). Uobičajeno su to veliki sustavi površinskog navodnjavanja s vrlo složenim hidrotehničkim građevinama za dovodenje, raspodjelu i odvođenje vode po završetku vegetacije. Prilikom navodnjavanja potapanjem upotrebljavaju se ogromne količine vode koje plave velike površine te se stvaraju močvarni uvjeti, a pogoršavaju se vodo-zračni režim i mikrobiološka aktivnost tla. Zbog toga je na navodnjavanjem poljima nužno izgraditi dobar i učinkovit sustav odvodnje radi brzoga odvođenja suvišnih površinskih i podzemnih voda.

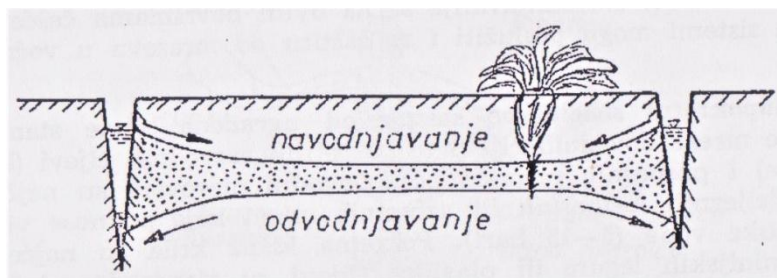
Navodnjavanje prelijevanjem u manjoj se mjeri primjenjuje kod nas. Pretežito se koristi za višegodišnje kulture kao što su lucerna, djetelina i djetelinsko-travne smjese, livade i pašnjaci. Osnovni princip navodnjavanja prelijevanjem je da se voda prelijeva preko određene površine na nagibu i u tankome sloju upija u tlo. Navodnjavanje se može obavljati niz prirodnu ili umjetnu padinu, a potrebni padovi terena mogu biti između 1% i 3% (Mađar, Šoštarić, 2009.). Debljina preljevne mlaze je između 5 cm i 10 cm u zavisnosti od nagiba terena, dužine parcele, tipa i mehaničkog sastava tla.

### 3.2. Podzemno navodnjavanje

Podzemno navodnjavanje temelji se na prirodnom principu da biljke uzimaju vodu iz tla. Ovim načinom voda se podzemnim putem dovodi u zonu korijenovog sustava biljke. Tako se voda dodaje samo unutar rizosfernog sloja tla, a ne po površini, što je vrlo povoljno za biljke. Prednosti ovog načina navodnjavanja su da se ne stvara pokorica na zemlji, nema kvarenja strukture tla, mali gubici vode, nema gubitaka površine i zapreka za kretanje ljudi i strojeva. Postoje dvije osnovne izvedbe ovog načina navodnjavanja, a to su regulacija razine slobodne podzemne vode otvorenim kanalima i vlaženje cijevnom mrežom (Mađar, Šoštarić, 2009.).



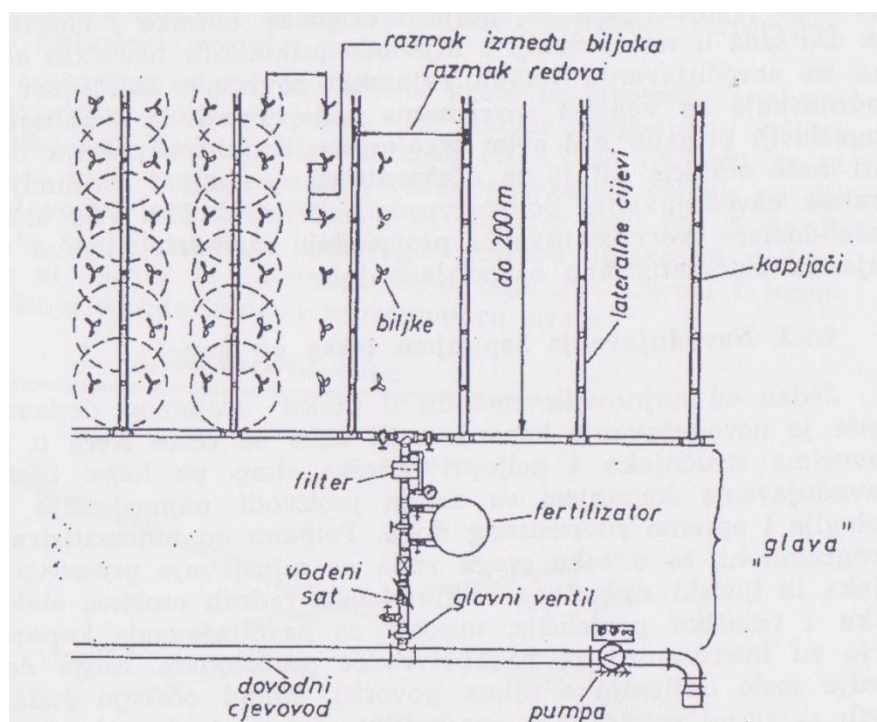
Slika 2: Podzemno navodnjavanje otvorenim kanalima  
izvor: Mađar (1986.)



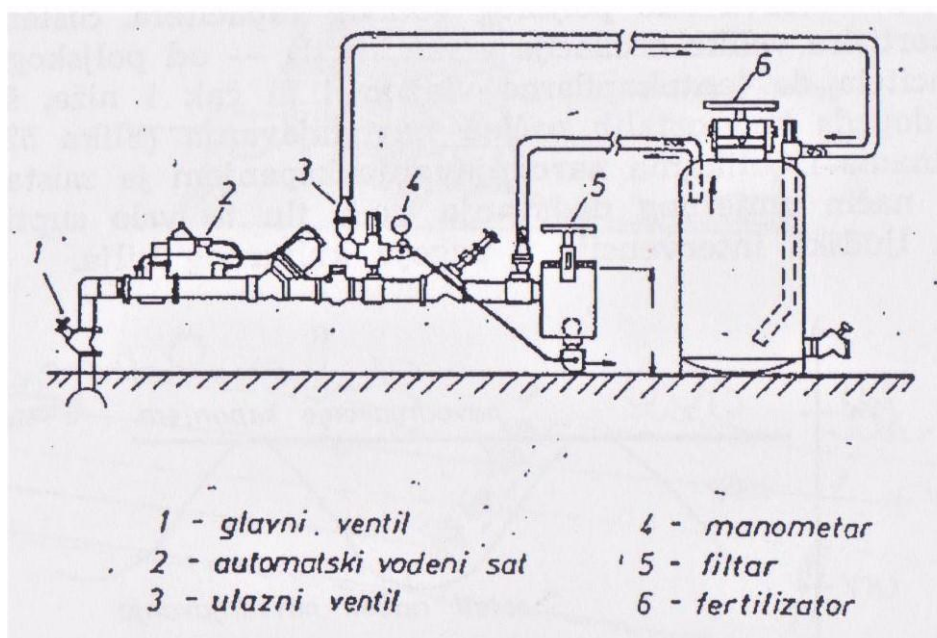
Slika 3: Podzemno navodnjavanje cijevnom drenažom  
izvor: Mađar (1986.)

### 3.3. Navodnjavanje iz zraka

Prilikom navodnjavanja iz zraka, voda se uzima na izvoristu crpkama i stavlja pod tlak te se kroz sustave zatvorenih cjevovoda dovodi i raspodjeljuje po parceli. Ovakvo navodnjavanje može se nazvati i „navodnjavanje pod tlakom“ jer se voda tlači kroz cijevi gdje teče. Svi sustavi navodnjavanja pod tlakom sastoje se od sljedećih elemenata: crpke i agregata, usisnog i tlačnog cjevovoda (dovode vodu od izvorista do mjesta korištenja), razvodnog cjevovoda (razvode vodu po parceli) te rasprskivača ili kapaljki koji raspodjeljuju vodu po površini. Najzastupljeniji načini navodnjavanja iz zraka su navodnjavanje kišenjem i navodnjavanje sustavom „kap po kap“. Navodnjavanje kišenjem je takav način dodavanja vode nekoj kulturi da se ona raspodjeljuje po površini terena u obliku kišnih kapljica, oponašanjem prirodne kiše. Voda se zahvaća na izvoristu crpkama i pod pritiskom se kroz sustav cjevovoda dovodi do poljoprivrednih površina gdje se pomoću rasprskivača raspodjeljuje u kapljicama po navodnjavanoj površini. Ovim načinom navodnjavanja mogu se navodnjavati sve vrste kultura – voćarske, povrtlarske, ratarske i vrste koje se uzgajaju u plastenicima i staklenicima. Prema načinu izgradnje sustavi za navodnjavanje kišenjem mogu biti: nepokretni ili stabilni, polupokretni ili polustabilni, pokretni ili prijenosni i samopokretni ili samohodni (Mađar, Šoštarić, 2009.). Navodnjavanje kapanjem ili „kap po kap“ jedan je od najnovijih načina umjetnog dodavanja vode. To su potpuno automatizirani načini navodnjavanja i za svoj rad ne trebaju prisustvo čovjeka. Ovaj sustav štedi vodu te sa minimalnom količinom postiže maksimalni učinak jer se voda dovodi cijevima do svake biljke i vlaži mali dio površine. Takvim sustavom može se neprekidno vlažiti tlo i održavati vlažnost oko vrijednosti poljskog vodnog kapaciteta. Sustav navodnjavanja kapanjem sastoji se od: pogonskog dijela s filtrom, cijevi i kapaljki. Najčešće se koristi u uzgoju voća, povrća, cvijeća te sadnog materijala.



Slika 4: Shematski prikaz sistema navodnjavanja „kap po kap“  
izvor: Mađar (1986.)



Slika 5: Glava sistema za navodnjavanje „kap po kap“  
izvor: Mađar (1986.)

#### 4. OBROK I NORMA NAVODNJAVANJA

Kod navodnjavanja važno je odrediti pravilan trenutak kada treba započeti sa navodnjavanjem. Ako s navodnjavanjem počnemo prije nego što je to potrebno i ako navodnjavamo prečesto, nepotrebno ćemo potrošiti veće količine vode i energije. Također, narušit će se fizikalna svojstva tla, hranjive tvari će se ispirati u dublje slojeve tla i biti će slabije pristupačna biljci što može utjecati na cjelokupni razvoj biljke i na kvalitetu plodova. Ukoliko sustav za navodnjavanje nije u funkciji kad je to biljci potrebno te ukoliko se navodnjavanje provodi s manjim količinama vode od potrebnih, tada nam instalirani sustav za navodnjavanje ne ostvaruje željeni i planirani financijski učinak. Trenutak početka navodnjavanja može odrediti na nekoliko načina: prema izgledu biljke, prema unutarnjim fiziološkim promjenama biljke, prema turnusima navodnjavanja, prema kritičnom razdoblju biljke za vodu te prema procjeni vlažnosti tla. Norma navodnjavanja prvi je korak kod određivanja elemenata navodnjavanja, a predstavlja ukupni nedostatak vode u vegetaciji jedne kulture. Ona se određuje tako da se od ukupno potrebne vode oduzme ukupno raspoloživa voda u vegetaciji (Mađar, Šoštarić, 2009.). Normu navodnjavanja treba rasporediti u nekoliko obroka navodnjavanja što predstavlja količinu vode koju dodajemo u jednom navodnjavanju kako bi se postigla idealna vlažnost tla tj. vrijednost vlažnosti poljskog vodnog kapaciteta. Također, obroci navodnjavanja razlikuju se za svaku kulturu i za određene faze razvoja biljke. Rastom biljke korijen prodire u dublje slojeve zemlje pa su potrebni i veći obroci navodnjavanja. U praksi se režim navodnjavanja najčešće koristi prema kritičnim periodima u odnosu na vodu. Voćke najviše troše vodu od završetka cvjetanja do kraja intenzivnog porasta plodova. Kritične faze razvoja u odnosu na vodu su cvjetanje, porast lišća i mladica formiranje zametaka i porast plodova (Pokos-Nemec, 2008.). Kod voćaka, nedostatak vode u početku perioda negativno se odražava na opći porast biljaka, loš porast lišća, cvjetanje je slabije jer opadaju cvjetni zametci. Nedostatak vode u drugom dijelu vegetacije utječe na prijevremeno (prisilno) sazrijevanje i opadanje plodova, loše formiranje cvjetnih zametaka, starenje i opadanje lišća, što remeti fotosintezu i slabije nakupljanje hranjivih tvari pa voćke loše prezimljavaju i stradavaju. U sušnom periodu lišće voćaka može oduzimati vodu iz plodova zbog razlike u osmotskom tlaku. Tako plodovi ostaju sitniji i lošije su kvalitete (Pokos-Nemec, 2008.).

## **5. KAKVOĆA VODE ZA NAVODNJAVANJE**

Za navodnjavanje vrlo je važno poznavati kakvoću vode za navodnjavanje. Voda koja se koristi za navodnjavanje mora biti odgovarajućih kemijskih, bioloških i fizikalnih svojstava. Važno da u vodi za navodnjavanje nema nikakvih mehaničkih čestica koje bi mogle dovesti začepljenja kapaljki. Zbog toga je ugradnja filtra u sustav dodavanja vode od izuzetne važnosti za funkcioniranje sustav navodnjavanja kao po kap. Voda mora biti određene temperature jer navodnjavanje pretoplom ili prehladnom vodom može izazvati temperaturne šokove kod biljke. Temperatura voda trebala bi iznositi 20°C do 25 °C. Pri korištenju podzemnih voda za navodnjavanje poželjno bi bilo izgraditi bazen za temperiranje vode kako bi se voda ugrijala na poželjniju temperaturu. U vodi ne bi smjelo biti krutih čestica jer može doći do oštećenja sustava i začepljenja kapaljki. Također, važno je da voda ne sadrži uzročnike bolesti kod čovjeka. Kemijska analiza vode je nužna kako bi se mogli previdjeti problemi, odnosno spriječiti neželjene posljedice. U vodi koja se koristi za navodnjavanje nalazi se određena količine otopljenih soli, a vrsta soli i koncentracija određuju kakvoću vode i njezinu pogodnost za navodnjavanje. Za navodnjavanje se može koristiti voda iz prirodnih ili umjetnih jezera, vodotoka ili bunara. Najkvalitetnija voda za navodnjavanje je kišnica ili bilo koja meka voda. Međutim u intenzivnom uzgoju na velikim površinama količine kišnice nisu dostatne pa se koristi voda iz otvorenih vodotoka ili kopanih bunara. Voda može sadržavati manje ili više otopljenih soli koje se prilikom navodnjavanja unose u tlo i može doći do zaslanjivanja tla. Zato je obavezna kemijska analiza vode (Mađar, Šoštarić, 2009.).



## **6. SUSTAV NAVODNJAVANJA VOĆNJAKA ATALIA D.O.O.**

### **6.1. Općenito o djelatnosti tvrtke Atalia d.o.o.**

Tvrtka Atalia d.o.o. obiteljski je posao obitelji Škoro iz Petrijevac. Osnivač tvrtke je Zoran Škoro, a osobe ovlaštene za zastupanje su Branka, Vedran i Vlatka Škoro. Obitelj se bavi proizvodnjom i preradom kamilice (*Matricaria chamomilla*) na otprilike 130 hektara na području Općine Petrijevci koju većinom prodaju kupcu u Njemačkoj. Za potrebe prerade i sušenje kamilice izgradili su novu proizvodnu halu 2016. godine, a u narednim godinama planiraju izgraditi i novu suvremeniju sušaru. Također, na području Općine Petrijevci imaju voćnjak jabuka koji je dijelom zasađen 2005. godine i tijekom godina su ga proširivali do konačnih 4 hektara, a 2009. godine uveli su sustav navodnjavanja „kap po kap“ uz mogućnost fertirigacije. Zasađene sorte jabuka su Gala Must, Gala Royal te Pink Lady. Voćnjak je opremljen i zaštitnom mrežom protiv tuče.

### **6.2. Sustav navodnjavanja „kap po kap“**

Kako je već ranije opisano u ovom radu, sustav navodnjavanja kapanjem koristi se većinom na plantažnoj voćarskoj proizvodnji i podrazumijeva najracionalniji utrošak vode u odnosu na druge načine navodnjavanja. Nema šokiranja voćke niti zbijanja tla. Temeljni princip metode kapanjem jest da voda iz sustava postavljenih plastičnih cijevi izlazi kroz posebne kapaljke, koje su postavljene uzduž cijevi, i „kap po kap“ vlaži tlo uz svaku uzgojenu sadnicu ili već odraslu voćku. Tom metodom može se najpreciznije dodavati voda potrebna u tlu. Jedna od najznačajnijih prednosti navodnjavanja „kap po kap“ jest mogućnost primjene tekućih gnojiva (fertirigacija) istovremeno s navodnjavanjem (Pokos-Nemec, 2008.). Voda za navodnjavanje se miješa s hranjivim elementima iz spremnika i koristi za navodnjavanje. Prednosti ovakvog načina uzgoja su značajne financijske uštede jer istovremeno obavljamo navodnjavanje i gnojidbu, uz točno dozirane biljkama potrebne količine vode i hranjiva (Mađar, Šoštarić, 2009.).

Sustav navodnjavanja kapanjem sastoji se od sljedećih elemenata: pogonskog dijela s filtrom, cijevi i kapaljki. Pogonski dio s filtrom središnji je dio koji upravlja cijelim sustavom. Sastoji se od pumpe (slika 6) koja zahvaća vodu sa izvorišta koje je u ovom slučaju jezerce nastalo na starom toku rijeke Karašice. Također, tu su još i mjerači protoka, regulatori pritiska te filtri za pročišćivanje vode. Voda iz jezera pumpom se zahvaća i dovodi do prvog filtera (slika 7) kojemu je funkcija čišćenje vode od čvrstih čestica (pijesak, prah) i algi.

Taj filter sastoji se od sloja bazalta kroz koji voda struji i tako zadržava sve čestice koje bi mogle uzrokovati začepljenje kapaljki i onečišćenje sustava. Preporučeni protok vode kroz filter je 50 do 70 m<sup>3</sup>/h, a veličina čestica bazalta 1.2 do 1.8 mm. Filter radi pri tlaku od 8 bara i ima funkciju automatskog ispiranja koje se može odrediti po želji kada da se pali i koliko da ispiranje traje (slika 8). Na ovom primjeru namješteno je da se filter ispiri svaka 3 sata po 90 sekundi u cilju što boljeg i neometanog rada sustava.



Slika 6: Pumpa koja dovodi vodu do sustava  
izvor: Mirna Škoro (2019.)



Slika 7: Prvi filter za pročišćivanje vode od čvrstih čestica  
izvor: Mirna Škoro (2019.)



Slika 8: Kontrole za određivanje automatskog ispiranja filtera  
izvor: Mirna Škoro (2019.)

Nakon što je voda za navodnjavanje prošla kroz prvi filter, cijevima dolazi do drugog manjeg filtera koji pročisti sve zaostale prljavštine i nečistoće. Oba filtera trebala bi se čistiti i dezinficirati otopinom natrijevog hipoklorita ( $\text{NaOCl}$ ) tj. izbjeljivačem, na početku i na kraju svake sezone navodnjavanja. To se izvodi na način da se u filtere sipa otopina i ostavi da djeluje 30 minuta nakon čega se pokrene automatsko ispiranje 2 do 3 puta po 2 minute kako bi se isprali svi ostaci natrijevog hipoklorita. Nakon što je voda prošla i kroz drugi filter, dolazi do razvodne cijevi koja podzemno vodu dovodi do voćnjaka gdje se nalaze razvodne stanice na koje su spojene polietilenske cijevi za navodnjavanje koje vodu dovode do svake biljke posebno (slika 9., 10.). Kapaljke su hidrauličke naprave koje raspodjeljuju vodu na tlo u formi pojedinačnih kapi. Izrađene su od plastike, a ima ih mnogo vrsta i tipova. U principu su to vrlo jednostavne i male naprave sa sitnim rupicama kuda protječe voda gubeći svoj pritisak, tako da se pri izlasku formiraju kapi. Zbog svojih malih promjera otvora, na kapalkama često dolazi do začepljenja, a time i prestanka rada te ih je potrebno zamijeniti. Kapaljke su raspoređene na lateralnom cjevovodu na razmacima od 10 cm do 100 cm, ovisno o gustoći sklopa. Broj kapaljki po jedinici površine prilično je veliki, te se kreće od 2 000 do 5 000 komada. Protok vode pojedine kapaljke je između 2 l/h do 10 l/h (Mađar, Šoštarić, 2009.). Lateralne cijevi s kapalkama mogu se položiti na tlo, na primjer kod povrća i cvijeća, ili izdići iznad njega, kako se to obično radi u voćnjacima i vinogradima pa ne ometaju rad poljoprivrednih strojeva i manje su šanse da će doći do začepljenja kapaljki jer nisu u dodiru s tlom.



Slika 9: Razvodna stanica na koju se spaja polietilenska cijev za navodnjavanje  
izvor: Mirna Škoro (2019.)





Slika 10: Polietilenske cijevi za navodnjavanje  
izvor: Mirna Škoro (2019.)

Ukoliko želimo u sustav za navodnjavanje uključiti i fertirigaciju, nakon što voda prođe kroz drugi filter, ručno se otvori ventil koji vodu preusmjerava iz glavne cijevi u sporedni sustav. Usisni ventil povlači otopinu gnojiva i miješa ju sa pročišćenom vodom te se sve zajedno vraća ponovo u glavnu cijev gdje se podzemnim cijevima dovodi do razvodnih stanica i na kraju do svake biljke (slika 11).



Slika 11: Sustav za fertirigaciju  
izvor: Mirna Škoro (2019.)

Cijelokupni sustav za navodnjavanje potpuno je automatiziran i autonoman. Sadrži malo računalo pomoću kojega se može odrediti kojim danima u tjednu će se paliti navodnjavanje i koliko će ono trajati. Također, može se navodnjavati i samo pojedini dio voćnjaka ukoliko je samo na jednom dijelu potrebno čime se štedi energija i voda te nije potrebna ljudska intervencija (slika 12).



Slika 12: Računalo pomoću kojega se određuju dani i sati paljenja i gašenja navodnjavanja  
izvor: Mirna Škoro (2019.)

## 7. ZAKLJUČAK

U poljoprivrednoj proizvodnji, ali i drugim granama gospodarstva Republike Hrvatske, gotovo redovito dolazi do pojave velikih šteta uslijed nepovoljnih vremenskih prilika. Najčešće, štete se javljaju zbog nedostatka vode i suše ili zbog suviška vode i poplava. Upravo voda je jedan od glavnih prirodnih elemenata bez kojeg nema uspješne biljne proizvodnje i element kojeg sve češće u našim krajevima ima manjka u vrijeme vegetacije što često ostavlja ozbiljne posljedice na smanjenje prinosa i pogoršava kvalitetu plodova. Tijekom vegetacije nedostatak vode utječe na porast lišća, cvjetanje, sazrijevanje i opadanje plodova, formiranje cvjetnih zametaka, starenje i opadanje lišća, fotosintezu, nakupljanje hranjivih tvari i prezimljenje. Troškovi navodnjavanja su visoki i to predstavlja problem mnogim poljoprivrednicima. No, ta je investicija dugoročno sigurno isplativa jer i u vrlo sušnim godinama prinosi ostaju veliki, kvaliteta proizvoda visoka, a to sve rezultira visokim prihodima. U Hrvatskoj se navodnjava svega oko 2 % poljoprivrednih zemljišta, ali ipak nekih pomaka ima. U 2017. godini izgrađen je najveći sustav za navodnjavanje u Hrvatskoj koji se nalazi u Baranji te opskrbljuje vodom gotovo 5 tisuća hektara zemljišta. Također, 2005. godine usvojen je Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj kojim se namjerava izgraditi još infrastruktura za navodnjavanje u narednim godinama. Dosadašnjim ulaganjem u sanaciju i izgradnju novih sustava navodnjavanja smanjen je rizik od suše, te omogućena sigurna i stabilna poljoprivredna proizvodnja.

## 8. POPIS LITERATURE

1. Mađar S., Šošćarić J. (2009.) – Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, Osijek
2. Mađar S. (1986.) – Odvodnja i navodnjavanje u poljoprivredi, Niro Zadrugar, Sarajevo
3. Pokos-Nemec V. – Navodnjavanje voćnjaka, Glasnik zaštite bilja 5/2008.
4. Tomić F. (1988.): Navodnjavanje, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
5. Tomić F., Romić D., Mađar S. (1995.): Oprema za lokalizirano natapanje. Priručnik za hidrotehničke melioracije. Knjiga 4. Sustavi, građevine i oprema za natapanje. Građevinski fakultet Rijeka

Internetske stranice:

6. Agroklub.com – Jug D. – Navodnjavanje u Hrvatskoj (09.01.2013.)  
<https://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/navodnjavanje-u-hrvatskoj/8465/>  
(20.08.2019.)
7. Državni zavod za statistiku – Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2017., Zagreb  
[https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2017/sljh2017.pdf) (20.08.2019.)
8. Eurostat.eu <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9455154/KS-FK-18-001-EN-N.pdf/a9ddd7db-c40c-48c9-8ed5-a8a90f4faa3f> (20.08.2019.)
9. Hrvatske vode – Husnjak S., Bensa A. (2018.) – Pogodnost poljoprivrednog zemljišta za navodnjavanje u agroregijama Hrvatske
10. Savjetodavna.hr – Navodnjavanje voćnjaka (20.03.2012.)  
<https://www.savjetodavna.hr/2012/03/09/navodnjavanje-vocnjaka/> (30.07.2019.)